

乙会東大進学教室

東大・難関大・医学部生物

東大生物



1章 分子生物・遺伝①

問題

■ 演習

【1】

解答

問1 アー糖(五炭糖) イーリン酸 ウーデオキシリボース エーリボース
 オー転写 カー翻訳 キーセントラルドグマ

問2 現象名：スプライシング
 塩基配列：⑤

問3 M-S-Q-N-H-V-K-T-D-L-R-A-W

問4 GがAに置換した場合は9個目のコドンのGACがGAUに変化する。しかしGACもGAUも指定しているアミノ酸はDであり、それ以降のアミノ酸配列も変化しない。一方、Gが欠失した場合は10個目のコドンがUAAの終止コドンとなり、正常よりも短いタンパク質が合成されるため、欠失の影響の方が大きいと考えられる。(150字)

解説

問1 遺伝情報はDNA → RNA → タンパク質、の一方方向に進む、という考えがセントラルドグマである。

問2 DNAのエキソン部分のみをつなげると
 ATACAGGGTTTTGGTGCAATTTTGTCTGAATTCCCGGACCATTTCG
 となる。これを転写すればよい。

問3 2～4個目の3つのコドンが開始コドンである。ここから3塩基ずつ読んでいくと、14個目のコドンがUAAで終止コドンになる。

問4 置換の場合、コドンの読み枠は変わらずに、置換の起こった部分でのみアミノ酸が変化することがあるが、欠失や挿入の場合にはコドンの読み枠が変わるために大きな変異となる。このように、コドンの読み枠が変わる変異をフレームシフト変異という。

【2】

解答

- 問1 (ア)－リボソーム RNA (rRNA) (イ)－運搬 RNA (tRNA) (ウ)－アンチコドン
(エ)－細胞質 (リボソームでも可) (オ)－スプライシング (RNA スプライシング)
- 問2 インترون
- 問3 ②－制限酵素 ③－DNAリガーゼ
- 問4 リジン
- 問5 $2 \times 6 \times 6 \times 6 \times 2 \times 2 \times 4 = 6912$ 6912 通り

解説

- 問1 RNA には、転写に関わる mRNA、コドンの指定したアミノ酸を運ぶ tRNA、リボソームを構成する rRNA の 3 種類がある。
- 問2 真核生物の DNA にはイントロン領域が多く含まれる。最終的に発現する配列をエキソンという。転写後にイントロン部分は核内で除去される。これをスプライシングという。
- 問3 制限酵素と DNAリガーゼにより、構造遺伝子をベクターに導入することで、遺伝子組換えを行うことができる。
- 問4 1つ目の塩基から読み取ると、4つ目のコドンが終止コドンの UGA となり、ここで翻訳が終わる。2つ目の塩基から読み取ると、6つ目のコドンが終止コドンの UAA となる。しかし3つ目から読み取ると、終止コドンは出現しない。この場合、抜粋された中の先頭のコドンは AAG であり、リジン (リシンとよぶことも多い) となる。
- 問5 3つ目から読んでいくと、リジン・アルギニン・ロイシン・セリン・チロシン・リジン・トレオニンとなる。同じアミノ酸を指定するコドンには複数種類があるので、このアミノ酸配列になるための DNA の塩基配列の種類は、それぞれのアミノ酸を指定するコドンの種類数をかけ合わせたものになる。
- $$2 \text{ (リジン)} \times 6 \text{ (アルギニン)} \times 6 \text{ (ロイシン)} \times 6 \text{ (セリン)} \times 2 \text{ (チロシン)} \times 2 \text{ (リジン)} \times 4 \text{ (トレオニン)}$$

【3】**解答**

- 問1 (1) ア-R イ-Q ウ-S
 (2) 系統1-Z 系統2-X 系統3-Y

- 問2 (1) $\frac{1}{2}$
 (2) $\frac{31}{40}$

- 問3 (1) c-無-d (c-無-e, c-無-f も可)
 (2) 8本

問4 塩基が置換されても、同じアミノ酸を指定するコドンであれば、アミノ酸配列は変わらないため。

解説

問1 物質Rではどの個体も育たなかったということは、最初の物質であるアが物質Rであり、物質Sでは2系統育っているので、物質Pの前の産物であるウが物質Sとなる。

物質Sを添加しても育つことのできない系統1は遺伝子Zの変異、物質Q・Sを添加したときに育つことのできる系統2は遺伝子YとZには変異はなく、遺伝子Xに変異がある。

問2 (1) それぞれの遺伝子の変異したものを xyz とおくと、野生型はXYZ, 系統1はXYz, 系統2はxYZ, 系統3はXyZ, 系統4はxyzとなる。

系統1と2を交配すると, XxYYZzとなり, これから作られる子嚢胞子はXYZ, XYz, xYZ, xYzとなる。

(2) 系統2と3を交配すると, XxYyZZとなり, これからできる子嚢胞子はXYZ, XyZ, xYZ, xyZとなり, 条件より, 野生型のXYZが5%できたのだから, xYとXyが連鎖していて組換え価が10%となっていることがわかる。野生型と4を交配するとXxYyZzとなり, これはXYとxyが連鎖していて組換え価は10%である。これからできる子嚢胞子は9XYZ, XyZ, xYZ, 9xyZ, 9XYz, Xyz, xYz, 9xyzとなる。

問3 交配したものからできる子嚢胞子は, XYZとXyZである。aの位置にyが存在するので, bの位置にもy, 連鎖しているcの位置にX, Zはd, e, fのいずれかにある。

問4 同じアミノ酸を指定するコドンと同義コドンという。

【4】

解答

問1 記号：(え)

理由：疾患 X は常染色体上の劣性変異遺伝子なので、12 は変異型ホモ接合体になる。

この両親の6と7は非発症なので、野生型・変異型ヘテロ接合体である。11は正常であるが、野生型ホモ接合体なのか、野生型・変異型ヘテロ接合体かはわからない。

問2 野生型：2 変異型：1

問3 D

問4 144 塩基

問5 途中のアミノ酸がなくなっていることからスプライシングが上手くいかなかったと考えられる。これは途中にあるエクソンを認識するのに必要な部分で塩基置換が起きてしまったため、その部分のエクソンがスプライシングを受けて除去されてしまったと考えられる。

問6 (あ)

解説

問1 リード文より、この疾患は常染色体上にある劣性の遺伝的変異によるものである。

問2 合計の塩基対数と表現型から、個人13は野生型ホモ接合体であり、個人6と10は野生型・変異型ヘテロ接合体である。よって図2にある382塩基対は変異型の遺伝子のDNA断片である。全体が602塩基対でできているから残りは $602 - 382 = 220$ 塩基対の断片である。したがって、変異型は1箇所の切断箇所を持つことが分かる。

問3 12は変異型ホモ接合体なので、382塩基対と220塩基対の断片からできている。

問4 アミノ酸の差は $158 - 110 = 48$ 。アミノ酸は塩基3つで指定されるので $48 \times 3 = 144$ 。

問5 1塩基置換が生じた次の部分のエクソンはスプライシングにより除去されたが、それ以降のエクソンは除去されなかったため、カルボキシ末端の74個のアミノ酸は変化がなかった。

問6 酵素はできているが伝令RNAの量は減少してしまっている。

【5】

解答

- I 問1 1-DNA 2-転写 3-翻訳 4-リボソーム
5-運搬 6-アミノ酸 7-遺伝子

II 問2 (イ)

問3 (エ)

問4 (イ)

III 問5 β 合成量は培地中のラクトース濃度に比例して増加するが、一定濃度以上になると合成量は増加しない。また、ラクトースを添加すると速やかにLへの転写が行われ、 β が合成される。一方除去により、速やかにLへの転写が阻害され、 β の合成が止まる。よって β 濃度はラクトース濃度に依存し、その変化に素早く反応している。(149字)

問6 L量はラクトース除去後5分程で0となるので、寿命の短いRNAだと考えられる。これによって、ラクトースがなくなればすぐにLが消失し、結果的に β の合成が止まることで、 β を素早く適正な量にすることができる。(100字)

問7 ラクトース添加によりLが合成され、遅れて β が合成されている。これは転写後に翻訳が行われてタンパク質が合成される、という順序を表しているから。(70字)

解説

I 基本事項。

II 図1のグラフの読みとり。ピークである2～3分の所が、0分の時に³H-ウリジンを取り込み始めたRNA分子の合成が終了した時間と考えられる。

またグラフの減少には、7分あたりまでの急激な減少と、それ以降の穏やかな減少の2つのパターンがある。これには問題文中の「速やかに加水分解されるRNAと、ゆっくりと加水分解されるRNAとがある」の文がキーワードになっている。急激な減少は短い寿命のRNA、穏やかな減少は寿命の長いRNAの分解を示している。

III 問5 オペロン説の読みとり問題。オペロン説を知らなくても、実験の結果から解くことはできる。しかし、理解していればより短時間で解答が可能となる。

問6 ラクトースが除去されるとリプレッサーが速やかにオペレーターに結合するので、RNAポリメラーゼがプロモーターに結合できず、転写が阻止される。

問7 転写→翻訳の順で反応は進む。

添削課題

解答

- I 問1 マラリア原虫－ハマダラカ間：片利共生
マラリア原虫－ヒト・ネズミ間：寄生
- 問2 マラリア原虫に感染したネズミを吸血させたX系統とY系統それぞれに、非感染の異なるネズミを吸血させて、マラリアを発症するかどうかを調べる。(68字)
- II 問3 1－独立 2－交さ(対合) 3－組換え
4, 5－劣性・不完全優性 6－優性
- 問4 体内のマラリア原虫の総数は、戻し交配世代でX系統とY系統との間に目立った差がないので、感染性の遺伝形質と体内のオーシスト数は関係がない。(68字)
- 問5 複数の遺伝子座が同じ染色体上に非常に近接して存在し、完全連鎖している場合。または、ハマダラカのメスが組換えを起こさない性質をもっている場合。(70字)
- III 問6 目的の遺伝子がDNAマーカーの近くに存在する可能性を高めるため。(32字)
- 問7 マーカー3
理由：X系統とF1世代に共通に現れ、色素沈着オーシストがある個体1・3にも必ず現れているバンドは、マーカー3の短い方のバンドのみであるから。(67字)
- 問8 (2)
- IV 問9 8－ヘモグロビン 9－酸素
- 問10 X系統のもつマラリアを媒介できない遺伝形質は優性で、Y系統と交雑したF1もマラリアを媒介できなくなるので、X系統の個体を大量に放せばよい。(69字)
- 問11 $\frac{1}{6}$
- 問12 $\frac{1}{5}$

解説

- I
- 問1 ハマダラカはマラリア原虫から何も利益を得ていないが、マラリア原虫はハマダラカがいないと増殖をすることができない。ヒトやネズミはマラリア原虫により殺されてしまうことがある。
- 問2 マラリア原虫をもつX系統のハマダラカに吸血されてもネズミは発症しないが、マラリア原虫をもつY系統のハマダラカに吸血されるとネズミは発症する。

II

問3 戻し交配をすると、注目している遺伝子の遺伝子型はヘテロのものとホモのものと同じ割合で生ずる。図2において、F1世代×Y系統のグラフから、正常なオーシストの割合が0～10%の個体(=X系統の表現型)と90～100%の個体(=Y系統の表現型)がほぼ等量ずつ現れていることがわかる。一方、F1世代×X系統のグラフでは、遺伝子型はヘテロとホモの個体が生じているにも関わらず、表現型はX系統の個体しかいない。したがって、遺伝子型がヘテロの個体はX系統の表現型となっていると考えられ、X系統が優性の形質であるとわかる。

問4 F1世代をX系統と掛け合わせたものはY系統と掛け合わせたものに対して、図2より正常なオーシストは持っていないが、図3よりマラリア原虫の総数は減っていない。よって、F1世代×X系統は、正常なオーシストが作られなくなるが、体内でのマラリア原虫の増殖には影響がないことがわかる。感染性の遺伝形質はハマダラカ体内のマラリア原虫の総数と関係がないと言える。

問5 もし複数の遺伝子座に支配されているとすると、完全連鎖していると考えられる。また、戻し交配にはヘテロであるF1のメスしか用いていないので、メスに組換えを起こさない性質がある可能性は否定できない。実際の例として、カイコガのメスやショウジョウバエのオスは組換えを起こさない性質をもつ。

III

問6 どのマーカーとの組換え価が小さいかによって目的遺伝子の位置を特定することが実験の目的である。

問7 マーカー3の結果を見ると、色素沈着が起きている個体はF1世代と同じくバンドの2本できるヘテロ接合体であり、起きていない個体はY系統と同じくバンドの1本しかできないホモ接合体である。

問8 X系統は色素があり遺伝子Zに変異はないが、Y系統は色素があり遺伝子Zに変異がある。F1は色素があるので、遺伝子Z由来のタンパク質をもつ。

IV

問10 X系統が増加すればヒトにマラリア原虫を感染させることができなくなる。

$$\text{問11 } \frac{10+1 \times 2}{(25+10+1) \times 2} = \frac{12}{72} = \frac{1}{6}$$

問12 AA 個体の生存率を x とおくと、成人における遺伝子型の分離比は

$$AA : AS = 25x : 10 = 5x : 2$$

遺伝子頻度を計算すると、Sの頻度は $\frac{1}{6}$ のまま変化しないので

$$A : S = 5x \times 2 + 2 : 2 = 5 : 1$$

$$10x + 2 = 10$$

$$x = \frac{4}{5}$$

したがって、求める死亡率は $1 - \frac{4}{5} = \frac{1}{5}$

2章 分子生物・遺伝②

問題

■ 演習

【1】

解答

問1 アー補足 イー独立

問2 エチレンを生成する花：エチレンを生成しない花 = 129 : 127

問3 50%

問4 A 遺伝子：(f) B 遺伝子：(c) C 遺伝子：(b)

解説

問1 実験1と実験2より、エチレン生成が優性形質だとわかる。また、リード文より「純系1：aaBBCC」「純系2：AAbbCC」「純系3：AABBcc」が与えられ、「純系4：AABBCC」であることもわかる。

実験3の「純系1」と「純系3」のF₁はAaBBCcとなり、このF₂が9：7に分離することから、A遺伝子とC遺伝子は独立の関係になっていることが判明する。同様に、「純系2」と「純系3」のF₁もAABbCcとなりF₂の分離比からB遺伝子とC遺伝子は独立の関係になっていることがわかる。よって、C遺伝子はAとBから独立の関係になっていることがわかった。

「純系1」と「純系2」のF₁はAaBbCCとなり、ここのF₂は9：7の分離比にはなっていないので、aB/Abの連鎖関係になっていることになる。

問2 組換え価が12.5% (1/8)なので、配偶子は組換えていないものが7、組換えているものが1の割合で存在する。よって、AB：Ab：aB：ab=1：7：7：1となる。これを掛け合わせてF₂をとる。

	1AB	7Ab	7aB	1ab
1AB	1AABB	7AABb	7AaBB	1AaBb
7Ab	7AABb	49AAbb	49AaBb	7Aabb
7aB	7AaBB	49AaBb	49aaBB	7aaBb
1ab	1AaBb	7Aabb	7aaBb	1aabb

問3 エチレンを生成しないF₂個体の遺伝子型と分離比は

$$AAbb : Aabb : aaBB : aaBb : aabb = 49 : 14 : 49 : 14 : 1$$

である。このうち、AAbbCCと交雑して[ABC]のものができるのは、aaBBとaaBbの2

種類である。よって、 $\frac{63}{127} \times 100 = 49.6\cdots \approx 50$ [%]となる。

問4 実験4より、*C* 遺伝子を持つ純系1と純系2は物質Yをエチレンにできるので、 $X \rightarrow Y \rightarrow \text{エチレン}$ という代謝系が考えられ、Yをエチレンに代謝するのに*C*が関与していることがわかる。よって*C*は選択肢(b)となる。

実験5より、*B* 遺伝子の mRNA は純系1では作られないことから、*A* 遺伝子が存在しない場合*B*の転写が起こらないことがわかる。よって、*A*は選択肢(f)となる。以上から*B*は選択肢(c)となる。

【2】

解答

問1 黒色：茶色 = 3：1

問2 アー十二指腸 イ，ウーインスリン，グルカゴン エー血液

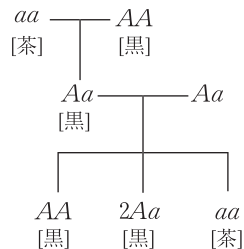
問3 脂肪の分解を行うリパーゼが膵臓から分泌されないため。

問4 i) 劣性形質である脂肪囊の動物において，Br がホモなのは，動物2ではマーカーA・B，動物4ではマーカーB～F，動物5ではマーカーA～Dである。よって，マーカーBに最も近いと予想される。

ii) 劣性形質である白色の動物3において，Wh がホモなのは，マーカーA～Eであり，優性形質の茶色の動物6において，Wh がホモなのは，マーカーA～Dである。よって，マーカーEに最も近いと予想される。

解説

問1 下線部①より，黒色の優性遺伝子をA，茶色の劣性遺伝子をaとすると，



問2 膵臓は内分泌腺でも外分泌腺でもある。外分泌腺には排出管(導管)があり，体外へ開口している。ここで分泌されるのは体外(消化管内)で使用される消化酵素である。内分泌腺には排出管がなく，体内で使われるホルモンが直接血液中に分泌される。

問3 脂肪分解酵素のリパーゼは高等動物の膵液中に存在し，脂肪を分解する。脂肪は胆汁(胆液)で乳化され，膵臓から放出されるリパーゼで分解される。

問4 本問でのBrやWhは優劣を表す記号でなく，単純にどの染色体由来なのかを示している。

- i) 脂肪囊の表現型をもつものの共通項は，マーカーBがBr / Brであることである。
- ii) 6が茶色になっており，この6はEとFにBrをもつ。また，3はFでBrをもっているも白となることから，マーカーEの近くに毛色を決める遺伝子が存在すると思われる。

【3】

解答

問1 ア-劣性 イ-優性 ウ-ヘテロ エ-ホモ

問2 $\frac{1}{8}$

問3 オ-A2 カ-A1 キ-A1 ク-A1 ケ-A1 コ-A1

問4 サ-B1 シ-C2 ス-E2 セ-F1 ソ-B2 タ-C1
チ-E1 ツ-F2

問5 33%

問6 テ-E ト-P

理由：遺伝病 X は劣性であり，発病している個体で共通してホモであるのは E2 である。
よって，遺伝病 X 原因遺伝子はマーカー遺伝子 E のタイプ E2 と完全に連鎖していること，この原因遺伝子は父ウシの染色体 P 上にあったことがわかる。

解説

問1 子供にのみ形質が現れるのは，その形質が劣性の場合である。

問2 祖父ウシはヘテロ接合体で母方祖母ウシは優性ホモ接合体なので，母ウシがヘテロ接合体になる確率は $1/2$ 。父ウシはヘテロ接合体であり，子ウシが劣性ホモ接合体になる確率は $1/4$ なので， $1/2 \times 1/4 = 1/8$ 。

問3 父ウシのもつ，A1，A2 と共通の遺伝子が父由来のものになる。

問4，5 近接したマーカーを比較することで，父親由来の染色体を考えてみる。

子ウシ1は A2B2C2D1E2F1，子ウシ2は A1B1C2D1E1F2，

子ウシ3は A1B1C2D2E1F2，子ウシ4は A1B1C2D1E2F2，

子ウシ5は A1B1C2D1E2F1，子ウシ6は A1B2C1D2E1F2。

これをまとめると父ウシの遺伝子は

相同染色体 P が A1B1C2D1E2F1 相同染色体 Q が A2B2C1D2E1F2

と考えられる。

B と C の間で組換えが起こっているのが子ウシ1，C と D の間で組換えが起こって

いるのが子ウシ3，よって $\frac{1+1}{6} = \frac{1}{3} \doteq 33.3$ [%]

問6 発病している個体が共通にホモでもっているマーカー部位を探す。

【4】

解答

- I 問1 1-前 2-ヒストン 3-赤道 4-細胞質分裂 5-娘
- II 問2 (4)
- 問3 体細胞分裂では分裂期の前に1回、減数分裂では第一分裂の前に1回、DNAの複製が起こる。また、体細胞分裂では1回だけ中心体が2つに分かれるが、減数分裂では第一分裂で2つに分かれ、第二分裂でさらに2つに分かれる。(104字)
- 問4 (3)
- III 問5 減数分裂で卵や精子が形成されるため、キアズマの形成が一部欠損すると染色体不分離が起こり、染色体数が異常な異数体が形成される。(62字)
- 問6 三点交雑
- 問7 計算式： $105 \div 50 = 2.1$
回数：2回
- 問8 短区間にある2遺伝子間で乗換えが複数回起こる確率は低いが、離れた2遺伝子間で距離に比例して乗換えの回数が増えても、二重乗換えなどの偶数回の乗換えが起こると表現型には影響がなく、組換え頻度には表れないから。(102字)
- 問9 (2), (3), (4)

解説

- I
- 問1 分裂期の前期にDNAが凝集し、中期に赤道面に並ぶ。核分裂のあとに細胞質分裂が起こる。
- II
- 問2 下線部(ア)に「たがいに特定の角度で配置される」とあり、それによって染色分体が両極に分配されることになる。
- 問3 体細胞分裂は分裂が1回起こるが、減数分裂では分裂が連続して2回起こる。分裂期(第一分裂)の前にしかDNAの複製は起こらず、体細胞分裂と減数分裂のどちらでも1回だが、中心体の分裂は分裂期の前期に起こるので、減数分裂では2回起こる。
- 問4 下線部(ウ)の後に、「減数第一分裂では両極に向かって相同染色体が分離される」とある。相同染色体が分離できるのは(3)である。
- III
- 問5 キアズマ構造の形成が一部の染色体で欠損すると、染色体の不分離を起こすことが考えられる。減数分裂により精子や卵の形成が起こるので、二価染色体で染色体不分離が起きた場合には、異常な配偶子ができやすくなる。卵形成時にX染色体で不分離が起こりXXの卵ができ、これが受精すると三毛猫の雄が生まれることがある。
- 問7 1回の乗換えで50%の組換え頻度に相当するので、2回の乗換えで100%の組換え頻度に相当する。
- 問8 染色体の両方の末端にある遺伝子の表現型のみを使用しているため、途中で何回か染色体の乗換えが起こっても、偶数回の乗換えの場合には表現型には影響を与えないので、組換

え率は小さいものになる。

問9 遺伝的な距離が物理的距離よりも長くなるのは、その間で乗換えが起こりやすく遺伝子の組換えが起こりやすいときである。そのような領域をホットスポットという。(2)や(3)では遺伝的な距離は短くなる。

【5】

解答

問1 否定される仮説：仮説2

根拠となる実験：実験4と実験5

理由：実験4では細胞質遺伝子は Bd だがほふく型も出現し、実験5では細胞質遺伝子は bd だが中間型も出現することから細胞質の遺伝子は中間型の出現とは無関係である。両方とも Aa が半分出現し仮説1は矛盾しない。(98字)

問2 核遺伝子は減数分裂でできた両親からの配偶子が合体することで対立遺伝子が1つずつ遺伝するが、ミトコンドリア遺伝子は雌親から、葉緑体遺伝子は花粉親からの遺伝となる。(80字)

問3 核遺伝子 A と a は不完全優性の関係にあり、核遺伝子型が Aa の時に中間型になる。通常、雌親はほふく型、花粉親は高木型である。(60字)

問4 AbD , abd

解説

ミトコンドリア遺伝子と葉緑体遺伝子は核遺伝子とは独立であるとリード文中にあるので、独立遺伝で考えていけばよい。表1より、遺伝子座Aは $2n$ で遺伝子座BとDは n となっている。ほふく型の遺伝子型は $AABD$ で高木型では $aabd$ 、中間型では $AaBd$ と与えられている。実験2で雌のほふく型 ($AABD$) と雄の高木 ($aabd$) の交雑で $AaBd$ が形成されていることから、ミトコンドリア遺伝子 B は雌由来、葉緑体遺伝子 D は雄由来となる。実験3でも同様のことがわかる。

実験4では、雌のほふく型 ($AABD$) と雄の中間型 ($AaBd$) の交雑なので、A遺伝子座は AA と Aa の二種類の遺伝子型、B遺伝子座は B の遺伝子型、D遺伝子座は d の遺伝子型をとる。したがって形成されるのは、 $AABd$ のほふく型と $AaBd$ の中間型に分かれる。これより、 $AABD$ でも $AABd$ でもほふく型となることがわかる。実験5では、雌の高木型 ($aabd$) と雄の中間型 ($AaBd$) との交雑なので、 $Aabd$ と $aabd$ の2つの遺伝子型のものが形成され、 $Aabd$ は中間型で $aabd$ は高木型となる。

問3 細胞質の遺伝子が中間型の形態と無関係なことは問1で述べているので、ここでは通常状態における中間型の雌親、花粉親について明記しておいた方がよいだろう。

問4 マツは裸子植物なので重複受精は行わない。裸子植物では、受精前に胚のう (n) から胚乳 (n) が形成される。

添削課題

解答

- I 問1 根粒菌
 問2 受精(有性生殖)
 問3 相利共生
 問4 根粒菌が行う窒素固定によって生じたアンモニウムイオンの供給を受ける。
- II 問5 pの雌とqの雄の交配実験と、qの雌とpの雄の交配実験を行う。前者でF₁が得られ、後者でF₁が得られない場合はpがW感染群であり、前者でF₁が得られず後者でF₁が得られた場合はqがW感染群である。どちらでもF₁が得られる場合は、双方ともがW感染群である。
- 問6 ♂は精子が♀の卵に入っても卵核と合体できないよう不活性化されF₁が生じないが、♀との交配ではF₁を生じるので、♀の卵核と合体できているから。
- III 問7 一部の個体がWに感染すると、♂と♀の交配では子孫を残せないため、非感染群やすべて感染している場合に比べ個体群全体の増殖能力が低下するから。
- 問8 ♀は、♂、♂どちらとの交配でも子孫を残すことができるが、♀は♂との交配では子孫を残すことができないから。
- 問9 2.5倍

解説

- II
 問5 少なくとも一方が、W感染群であるとのことなので、両方が感染群でもかまわない。これを2つの交配実験より、証明すればよい。
- pの雌とqの雄の交配でF₁が得られたら、pは感染群である。逆にqの雌とpの雄の交配でF₁が得られたら、qも感染群であることがわかる。しかし、子ができなかつたら、qは感染群ではないことになる。
- III
 問8 非感染の雌はWに感染した雄と子供を作ることができない。
- 問9 設問文より、個体数は♀：♂：♀：♂ = 1：1：1：1
- ♂の精子は、♂の1.5倍の頻度で卵に入ったので、交配のパターンと次世代(F₁)の比は次のようになる。

交配のパターン	F ₁
♀ × ♂	非感染
♀ × 1.5 ♂	(F ₁ は生じない)
♀ × ♂	すべてW感染
♀ × 1.5 ♂	すべてW感染

よって、感染個体：非感染個体 = (1 + 1.5) : 1

3章 生殖・発生①

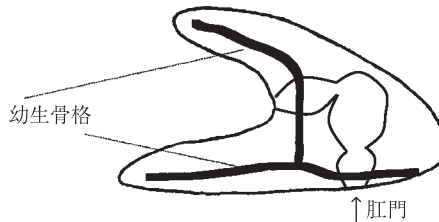
問題

■演習

【1】

解答

- A 問1 1-刺胞(腔腸) 2-中胚葉 3-トロコフォア
 4-脊索 5-プルテウス
 問2 神経管
 問3 (1) ニワトリ, アフリカツメガエル, マウス
 (2) アフリカツメガエル:A ニワトリ:C マウス:B
 (3) C
 問4 (右図)



- 問5 エ, カ, ク
 問6 ア:○ イ:×
 B 問7 ア-o イ-b ウ-c エ-i オ-e
 カ-n キ-g ク-f
 問8 A-c B-b C-c D-b
 問9 ①-胞胚腔 ②-原口 ③-原腸
 ④-外胚葉 ⑤-中胚葉 ⑥-内胚葉
 問10 ア:c-c イ:f-g ウ:h-b エ:g-d (A群-B群)
 問11 ア:○ イ:○ ウ:×

解説

- A
 問1 1・2: 刺胞動物では, 外胚葉と内胚葉の分化はみられるが, 中胚葉の分化はみられない。
 問2 外胚葉からできる神経管は, 脳などの中枢のもとになる。
 問3 (2) ニワトリは強端黄卵で盤割, アフリカツメガエルは弱端黄卵で不等割, マウスは等黄卵で等割である。
 問4 ウニなどの棘皮動物は新口動物であり, 原口の部分が将来の肛門になる。

問5 ウニの幼生骨格は一次間充織(中胚葉)から形成される。

ア：外胚葉, 神経管 イ：内胚葉 ウ：外胚葉, 表皮
エ：中胚葉, 体節 オ：外胚葉, 神経管 カ：中胚葉, 体節
キ：内胚葉 ク：中胚葉, 腎節

問6 イ：胞胚腔に由来する体腔を原体腔, 中胚葉性の細胞に覆われた体腔(腸体腔など)を真体腔という。

B

問7 卵の種類は卵黄の量と分布の仕方で決めている。

問8, 9 AとDはカエルの胚, BとCはウニの胚である。同じ数字が同一の名称であることに着目する。

問10 選択肢がなくてもできるようにしておこう。B群をそれぞれ由来する胚葉で分けると次のようになる。

外胚葉：c, k 中胚葉：b, d, e 内胚葉：a, f, h, i

問11 発生の進んだ細胞から取り出した核の場合, 正常に発生できる個体は少なくなる。

【2】

解答

- 問1 ア-卵割 イ-等黄卵 ウ-(弱)端黄卵 エ-原口
オ-肛門 カ-誘導 キ-形成体(オーガナイザー)
- 問2 名称：A-胞胚腔 B-(一次)間充織 C-原腸
相当する部分：A-D C-E
- 問3 調節卵
- 問4 実験2：外胚葉 実験5：中胚葉
- 問5 動物極側と植物極側両方の細胞質が発生には必要であり、どちらか片方の半球だけでは正常に発生しないから。(50字)
- 問6 ②, ④
- 問7 2つの原腸をもつ胚ができる。(14字)

解説

- 問1 エ：陥入が起こった場所は原口，陥入の結果できる腔所が原腸である。
- 問2 カエルの発生の場合，原腸胚期に胞胚腔がつぶれて原腸に置きかわる。
- 問3 予定運命の決定の起こる時期が遅いのが調節卵，早いのがモザイク卵である。
- 問4 胚の外側を囲んでいるのは外胚葉性，骨片は中胚葉性である。
- 問5 極を結ぶ経割方向に発生に必要な物質が極性分布している。
- 問6 ① 実験2では消化器官が形成されていない。
③ 実験3でも消化器官が形成されている。
⑤ 実験4でも骨片が形成されている。
⑥ 実験5で消化器官はできていない。
- 問7 実験3より小割球と中割球があれば正常発生することがわかるので，両極から陥入が起こり原腸が2つある胚になる。

【3】

解答

問1 ア－胚珠 イ－子房 ウ－精子 エ－精細胞
 オ－中央細胞(極核)

問2 胚や胚乳を包むことで外界からの刺激を直接受けることがなくなる。よって、乾燥やカビ、ウイルスなどから守ることができる。(58字)

問3 被子植物には虫媒花が多く、花弁を発達させることで虫に発見されやすくなっている。
(39字)

問4 被子植物は、花弁などを工夫して虫に花粉を運ばせたり、果実を介して動物に種子を運ばせたりすることで、効率よく繁殖した。(58字)

問5 胚乳は胚が育つ際の栄養分となる。よって、重複受精により胚と胚乳が同時に形成されれば、胚乳が無駄となることはない。(56字)

解説

問1 ほとんどの裸子植物は遊泳能力をもたない精細胞を形成するが、イチヨウとソテツは遊泳能力をもつ精子を形成する。

問2 種皮は胚珠の珠皮から形成される。

問3 虫媒花とは虫により仲介されて受粉を行う花のことである。姿や匂いなどにより虫を誘引する。裸子植物のほとんどは風媒花であり、花弁を欠いている。

問4 動物を含めた生物間相互作用の観点から、とあるので虫や動物との関係を書くといだろう。

問5 裸子植物は受精前に胚乳を形成する。

【4】

解答

問1 a：収縮胞 b：繊毛 c：食胞

問2 オニユリ，ヒドラ，ミズクラゲ

問3 a：男性 - 一次精母細胞 女性 - 一次卵母細胞

b：減数第一分裂では中期に二価染色体が赤道面に並び、相同染色体が両極に移動するため、染色体の数は半減する。第二分裂ではそれぞれの細胞で相同染色体が赤道面に並び、各染色体が縦裂して両極に移動するため、染色体の数は変わらない。

問4 a：元の大核はオートガミー後に消失するため、大核に起こった突然変異は遺伝しない。接合やオートガミーに関わっている小核に起こった突然変異は、遺伝するため、突然変異株の樹立に寄与できる。

b：2つの小核は同じ遺伝子であるので、これがオートガミーで接合すればホモ接合体となる。よってヘテロ接合体にならないため、劣性の突然変異も検出可能となるから。

問5 ① - Aa ② - Aa ③ - $(Aa)n$

問6 50%

解説

問1 淡水産のゾウリムシは排水器官として収縮胞をもつ。また食胞内でリソソームによる食物の消化が行われる。

問2 オニユリ：栄養生殖，ヒドラ：出芽，ミズクラゲ：出芽や分裂

なお、アリマキとミジンコ，ミツバチが行う単為生殖では配偶子がつくられるため，無性生殖に含めない。

問3 減数分裂を行うのは，一次精母細胞と一次卵母細胞である。

問4 図1の⑦→⑧にあるように，大核は小核の接合やオートガミー後にその核からできて，旧大核は消失する。よって，大核は遺伝に関わることはできない。また，オートガミーが起こるときに使われる核は図1の③→④にあるように，まったく同じ遺伝子型をもつので，オートガミー個体はホモ接合体となる。

問5 野生型から A が，突然変異株から a がもたらされるため，融合核は Aa となる。

問6 F_1 の小核の遺伝子型は Aa なので，オートガミーのできる個体の遺伝子型は，図1の③で A が残った場合には AA ， a が残った場合には aa となる。

【5】

解答

I 問1 局所生体染色

問2 原口背唇部

問3 (1), (6)

問4 (4)

問5 a-(1) b-(3) c-(1) d-(3)

問6 分化した細胞の種類：(3)

理由：洗浄によってタンパク質 A が細胞の外側から失われるため、外胚葉の本来の発生運命である神経組織へと分化する。(52 字)

II 問7 2

問8 (3)

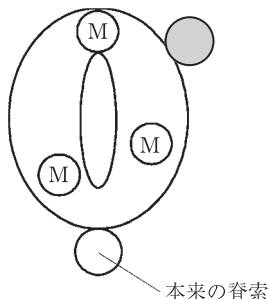
問9 動物群の名称：原索動物

属する動物：(2), (5)

問10 図3(b)右側の領域 M と脊索の間を分断するように雲母片を挿入すると、運動ニューロンは、神経管の右側には形成されず、左側にのみ形成される。(68 字)

問11 2つの脊索の間にある矢印の領域では、タンパク質 C の濃度が運動ニューロンが分化するのに適した濃度よりも高くなったため。(58 字)

問12 (右図)



解説

I

問1, 2 基本事項。

問3 側板から生じるのは心臓や血管、内臓筋などである。(2)(3)は体節から作られる。(4)(5)(7)は内胚葉由来である。

問4 イモリの胞胚腔は動物極寄りにある。

問5 タンパク質 A が表皮への分化を促進している。また形成体から分泌されるタンパク質 B は、タンパク質 A のはたらきを抑制することで表皮への分化を阻止し、神経に分化させる。

問6 リード文に「タンパク質 A は細胞の外側に存在する分泌タンパク質である」とあり、洗浄によりタンパク質 A が除去される。洗浄の過程で取り除かれたタンパク質は、培養の過程で新たに産生されない、とあるので、外胚葉はタンパク質 A の影響を受けなくなる。

II

問7 図1の1は予定体節域, 3は予定脊索前板域である。脊索前板とは, 脊索の前方に位置する中胚葉の細胞群のことである。

問8 基本事項。

問9 脊索は, ナメクジウオでは成体でも残るが, ホヤでは変態して成体になると退化する。

問10 雲母片は物質を通過させないので, 挿入したところではタンパク質Cが拡散しないようにできる。

問11 図4よりタンパク質Cの濃度が高すぎても運動ニューロンは分化しないと考えられる。運動ニューロンが分化するためには, タンパク質Cが適切な濃度であることが必要である。

問12 移植した脊索と本来の脊索の間にできる運動ニューロンは, 2つの脊索の影響を受けるため, 図3(b)でできる運動ニューロンよりも, 脊索から離れた位置に分化すると考えられる。

添削課題

解答

- 問1 1- 一次卵母細胞 2, 3- 始原生殖細胞, 卵原細胞 4- 先体
- 問2 卵巣内の生殖細胞の数は生後増加しないので, 排卵に伴って減少してゆく。(34字)
- 問3 (a) 卵胞液, 卵丘細胞
(b) (3), (4)
(c) 卵には減数分裂の再開に必要な伝令 RNA がすでに含まれているので, 伝令 RNA の新たな合成を阻害してもタンパク質は合成されるから。(63字)
- 問4 (a)- 4C (b)- 2C (c)- C
- 問5 卵割では分裂速度が大きく, 細胞は徐々に小さくなっていく。(28字)

解説

- 問1 1: 減数分裂の第一分裂前期で停止した状態とある。したがって一次卵母細胞である。
2, 3: 始原生殖細胞が体細胞分裂をして, 卵原細胞となる。
4: 精子が卵内に入り込むときに, 先体反応が起こる必要がある。
- 問2 卵原細胞は分裂を繰り返すことで増え, はじめは非常に多くの細胞が形成されるが, その後ほとんどが途中の段階で退化する。生まれる前あるいは直後の時点で, 生殖細胞はすべて一次卵母細胞であり, 減数分裂を開始するため, 数は増加しない。
- 問3 (a)・(b): 表1より卵丘細胞を除去すると, すべての場合で減数分裂を再開することがわかる。また, 複合体では LH がなく卵胞液が存在する場合には, 減数分裂が再開しないことがわかる。
(1), (2), (5), (6) 問題文には「実験結果より考えて明らかに否定されるもの」とある。しかし, これらはこの実験結果からは否定できない。
(3) 「減数分裂の再開の阻害を解除する」と減数分裂が再開されることになるが, 実験では, 卵と卵丘細胞の複合体に伝令 RNA 合成阻害剤を加えても減数分裂が再開されていないので, 矛盾している。
(4) 卵丘細胞を除去した卵に卵胞液を加えても減数分裂の再開が阻害されていないので, 卵胞液は卵に直接は作用していないと考えられる。
(c) 卵巣内で成長した卵では, 減数分裂の再開に必要な遺伝子はすでに転写されていて, 卵内に伝令 RNA が存在していたと考えれば矛盾しない。
- 問4 (a) 減数分裂第一分裂の前に S 期が存在するため, DNA 量は 4C となっている。
- 問5 頻出問題である。卵割と体細胞分裂の違いはいくつか答えられるようにしておこう。